

## BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-020046

(43)Date of publication of application : 29.01.1991

(51)Int.Cl.

H01L 21/336

H01L 29/784

(21)Application number : 01-155395

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRON CORP

(22)Date of filing : 16.06.1989

(72)Inventor : KOBAYASHI KAZUNORI

NAKAMURA AKIRA

YAMAMOTO ATSUYA

FUJII EIJI

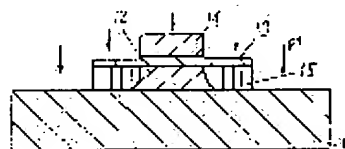
SENDA KOJI

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To reduce a contact resistance of a source.drain by incorporating a step of slightly retaining a gate oxide film on the source.drain of a thin film transistor.

CONSTITUTION: An oxide film 13 formed on a polysilicon layer 12 is retained in an etching step of an oxide film except at a position directly under a gate electrode 14. That is, since energy of certain degree is lost due to the film 13 on the polysilicon 12, the energy of an impurity to be implanted is reduced when it arrives at the polysilicon 12. Therefore, even in case of an ultrathin film polysilicon, the implanted impurity is punched through the polysilicon thin film, but not arrived at a quartz substrate 11 but collected into the polysilicon thin film, and the impurity concentration in the polysilicon is enhanced. Thus, the contact resistance of a source.drain is reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

## ⑧ 公開特許公報(A) 平3-20046

⑪ Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑫ 公開 平成3年(1991)1月29日

H 01 L 21/336  
29/7849056-5F H 01 L 29/78 3 1 1 P  
審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑬ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑭ 特 願 平1-155395

⑮ 出 願 平1(1989)6月16日

⑯ 発 明 者	小 林	和 憲	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電子工業株式会社内
⑯ 発 明 者	中 村	晃	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電子工業株式会社内
⑯ 発 明 者	山 本	敦 也	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電子工業株式会社内
⑯ 発 明 者	藤 井	英 治	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電子工業株式会社内
⑯ 発 明 者	千 田	耕 司	大阪府門真市大字門真1006番地	松下電子工業株式会社内
⑯ 出 願 人	松下電子工業株式会社		大阪府門真市大字門真1006番地	
⑯ 代 理 人	弁理士 栗野 重幸		外1名	

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

## 2. 特許請求の範囲

トランジスタとなるポリシリコン層上に、酸化膜を形成する工程と、前記酸化膜上にゲート電極を形成する工程と、このゲート電極以外の部分の酸化膜をエッチングして薄くする工程と、前記ポリシリコン層中にイオン注入によりソース・ドレイン領域を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、液晶ディスプレイの駆動回路等に用いることが出来る半導体装置の製造方法に関するものである。

従来の技術

以下に従来行なわれて来た薄膜トランジスタの製造方法について説明する。従来の製造方法を第3図に示す。初めに、第3図(a)の様に石英基板31

上にトランジスタの能動領域となるポリシリコンを形成し、パターニング後エッチングを行ないポリシリコン32とする。次に、第3図(b)の様に1100℃の温度で熱酸化を行ないゲート酸化膜33を形成する。次に、ゲート電極となるポリシリコン層を形成し、パターニング後エッチングを行ないポリシリコン34とする。次に、第3図(c)の様にゲート電極のポリシリコン34直下のゲート酸化膜33以外にあるゲート酸化膜はエッチングを行ない除去する。最後に第3図(d)の様にセルフアラインでP<sup>+</sup>をイオン注入し、n型領域35を形成し、ソース・ドレイン領域とする。又、P型トランジスタを形成する場合はB<sup>+</sup>を注入する。第4図に例えば、P<sup>+</sup>を注入した場合の深さ方向に対する不純物(B<sup>+</sup>)濃度分布を示す。

発明が解決しようとする課題

しかしながら、上記のような従来の半導体製造方法では、イオン注入時の加速電圧は30KeV程度迄しか管加速化出来ず、この時のシリコンに対するP<sup>+</sup>及びB<sup>+</sup>の射影飛程(R<sub>p</sub>)はおよ

## 特開平3-20046 (2)

その0.04  $\mu\text{m}$ から0.1  $\mu\text{m}$ である。薄膜トランジスタのポリシリコンの厚さが相互コンダクタンス(gm)を向上させるために数百Åであることから、イオン注入されたP<sup>+</sup>及びB<sup>+</sup>の殆んどは石英基板に到達してしまい、不純物としての役割を果たしていない。その結果、ソース・ドレイン部のコンタクト抵抗が高くなってしまふ欠点を有していた。

本発明は上記欠点を鑑み、薄膜トランジスタのソース・ドレイン上にゲート酸化膜を数百Å残すという工程を含むことにより、ソース・ドレイン部のコンタクト抵抗を低減できる半導体装置の製造方法を提供するものである。

課題を解決するための手段

上記課題を解決するために、本発明の半導体装置の製造方法は、ポリシリコン層上に形成された酸化膜をゲート電極直下以外の酸化膜のエッチング工程で酸化膜を残すようにしておくものである。

作用

装置の製造方法について、以下その製造方法を説明する。

まず最初に、第1図(a)の様に石英基板11上にポリシリコン層厚さ2000ÅをLPCVD法により成長し、パターニングを行ない薄膜トランジスタの能動領域を形成する。次に、第1図(b)の様にポリシリコン層上に熱酸化によって厚さ1300Åのゲート酸化膜13を形成し、その直上にポリシリコン層厚さ3000Åを成長させ、パターニングを行ないゲート電極14を形成する。更に、フッ酸系のエッチング液により、ゲート酸化膜13をゲート電極14直下の両側を500Å残す様にエッチングをして、第1図(c)の様にする。この状態で第1図(d)に示す様にセルフアラインでP<sup>+</sup>又はAs<sup>+</sup>をイオン注入(1×10<sup>15</sup>dose, 30KeV)し、n型領域15を形成する。このn型領域15は、薄膜トランジスタのソース領域及びドレイン領域となる。イオン注入工程終了後以下は、従来から用いられているプロセスに従ってソース電極、ドレイン電極を形成することにより石

この構成により、注入される不純物はポリシリコン上の酸化膜によりある程度エネルギーを損失するため、ポリシリコンに達した時にはエネルギーが低減している。すなわち、30KeVよりも更に低エネルギーで注入したことになる。そのため、数百Åの超薄膜ポリシリコンの場合でも注入した不純物は、ポリシリコン薄膜を突き抜け石英基板に到達するのではなく、ポリシリコン薄膜中にとり込まれ、ポリシリコン中の不純物濃度が高くなる。その結果、ソース・ドレイン部のコンタクト抵抗が従来よりも著しく低減できる。

実施例

以下、本発明の一実施例について図面を参照しながら説明する。

第1図は、本発明の一実施例に於けるn型半導体装置の製造方法を示すものである。第1図に於いて11は石英基板、12は薄膜トランジスタとなるポリシリコン層、13はゲート酸化膜、14はゲート電極となるポリシリコン層、15はn型不純物領域である。以上の様に構成された半導体

石英基板上に薄膜トランジスタを形成する。

以上の様にして形成した薄膜トランジスタは、ソース・ドレイン領域のゲート酸化膜を完全に除去せず、500Å残した状態でイオン注入を行なうことにより第2図で示した様にポリシリコン層内で不純物濃度が高くなり、ソース・ドレイン部のコンタクト抵抗を小さくできる。

なお、本実施例ではP<sup>+</sup>又はAs<sup>+</sup>のイオン注入によりn型トランジスタとしたが、B<sup>+</sup>注入によるp型トランジスタを用いても良い。

発明の効果

以上の様に、本発明の特徴は薄膜トランジスタの能動領域上に形成したゲート酸化膜を、ゲート電極直下両側の領域でわずかに残してソース・ドレイン部のイオン注入を行なうことにある。本発明の工程を導入することにより、薄膜トランジスタのソース・ドレイン領域で不純物濃度、言い換えればキャリア濃度が高くなり、ソース・ドレイン各電極を形成した時、コンタクト抵抗が低減できる。

## 特開平3-20046 (3)

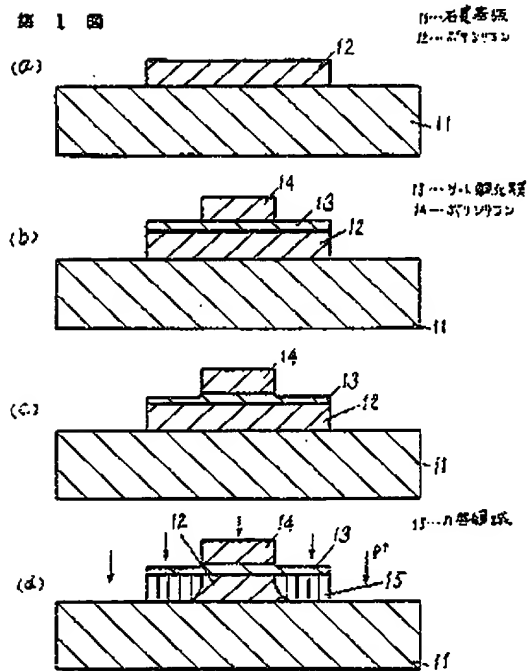
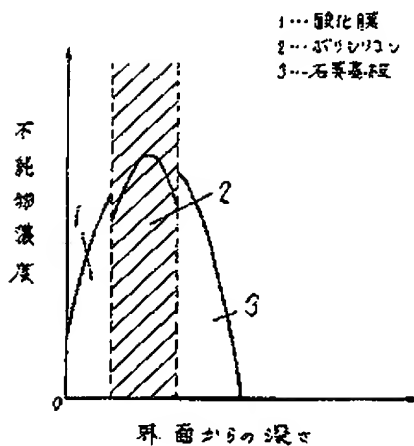
## 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)~(d)は本発明の実施例に於ける半導体装置の製造方法を示す工程図、第2図は本発明の半導体装置の製造方法を用いて、ポリシリコン層にイオン注入した時の深さ方向の不純物濃度分布図、第3図(a)~(d)は従来の半導体装置の製造方法を示す工程図、第4図は従来の半導体装置の製造方法を用いて、ポリシリコン層にイオン注入した時の深さ方向の不純物濃度分布図である。

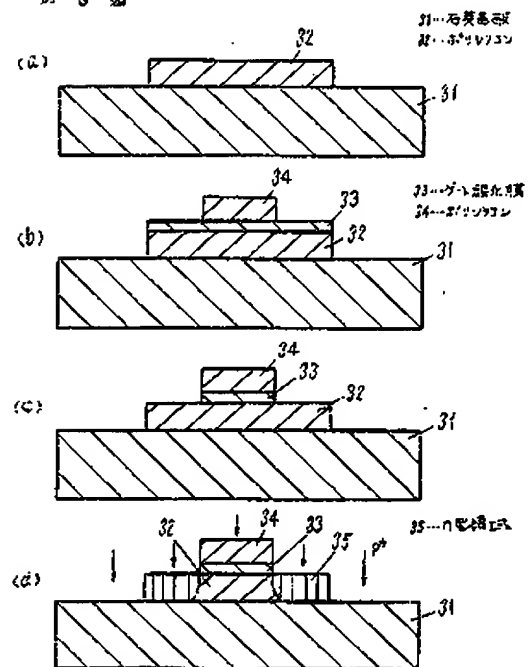
1...石英基板、2...ポリシリコン層、3...ゲート酸化膜、4...ゲート電極用ポリシリコン層、5...n型不純物領域。

代理人の氏名 弁護士 栗野重孝 ほか1名

第2図

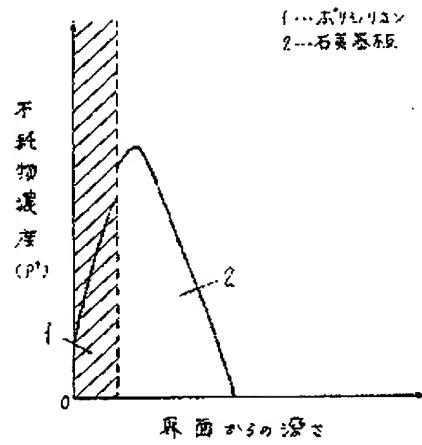


第3図



特開平3-20046 (4)

第 4 図



特開平3-20046

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】平成6年(1994)11月25日

【公開番号】特開平3-20046

【公開日】平成3年(1991)1月29日

【年追号数】公開特許公報3-201

【出願番号】特願平1-155395

【国際特許分類第5版】

H01L 21/336

29/784

【FI】

H01L 29/78 311 P 9055-401

## 手続補正書

平成6年5月29日

特許庁長官様

## 1 事件の表示

平成1年特許第155895号

## 2 発明の名称

半導体装置の製造方法

## 3 補正をする者

事件との関係

特許出願人

住所 大阪府高槻市幸町1番1号  
 名称 (SR) 松下電子工業株式会社  
 代表者 杉山 一 郎

## 4 代理人

〒571  
 住所 大阪府門田市大字門田1006番地  
 松下電器産業株式会社内  
 氏名 (7202) 丹羽士 介 郎 明  
 (ほか2名)  
 (通称名 電話番号 03-8484-9471 知的財産センター)

## 5 補正により増加する請求項の数

0

## 6 補正の対象

明細書全文  
 図面

## 7 補正の内容

- (1) 明細書を別紙の通り全文補正いたします。  
 (2) 図面の第1図を別紙の通り補正いたします。

特許庁  
5.5.93

## 明 細 書

## 1、発明の名称

半導体装置の製造方法

## 2、特許請求の範囲

トランジスタとなるポリシリコン層上に、酸化膜を形成する工程と、前記酸化膜上にゲート電極を形成する工程と、このゲート電極露出部分の酸化膜をエッチングして露出する工程と、前記ポリシリコン層中にイオン注入によるソース・ドレイン領域を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

## 8、発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、液晶ディスプレイの駆動回路等に用いることが出来る半導体装置の製造方法に関するものである。

従来の技術

以下に従来行なわれて来た階層トランジスタの製造方法について説明する。従来の製造方法を第3図に示す。初めに、第3図(a)の様に石英基板上にトランジスタの絶縁層となるポリシリコンを形成し、選択エッチングを行ないパターニングを施したポリシリコン層32を形成する。次に、第3図(b)の様に1100℃の温度で熱酸化を行ないゲート酸化膜33を形成する。次に、ゲート電極となるポリシリコンを形成し、選択エッチングを行ないパターニングを施したポリシリコン層34を形成する。次に、第3図(c)の様にゲート電極となるポリシリコン層34露出部分のゲート酸化膜33以外にゲート酸化膜を全てエッチングし、除去する。最後に第3図(d)の様にセルフアラインで陽イオン(P<sup>+</sup>)を注入し、n型領域35を形成し、ソース・ドレイン領域とする。又、P型トランジスタを形成する場合はボロンイオン(B<sup>+</sup>)を注入する。第4図に例えば、P<sup>+</sup>を注入した場合の注入方向に対する不純物(F<sup>+</sup>)濃度分布を示す。

発明が解決しようとする課題

しかしながら、上記のような従来の半導体装置の製造方法では、イオン注入時の加速電圧は30KeV程度で低加速化が求められ、この時のシリコンに付

特開平3-20046

するP<sup>+</sup>及びB<sup>+</sup>の射影面積(R<sup>+</sup>P<sup>+</sup>)はおおよそ0.04 $\mu$ mから0.1 $\mu$ mである。薄膜トランジスタのポリシリコンの膜厚が相互コンダクタンス(2 $\mu$ m)を向上させるために数倍であることから、イオン注入されたP<sup>+</sup>及びB<sup>+</sup>の殆どは石英基板に到達してしまい、不純物としての役割を果たしていない。その結果、ソース・ドレイン領域のコンタクト抵抗が高くなってしまふ欠点を有していた。

本発明は上記欠点を除去し、薄膜トランジスタのソース・ドレイン領域上にゲート酸化膜を数 $\mu$ m厚という工程を含むことにより、ソース・ドレイン領域のコンタクト抵抗を低減できる半導体装置の製造方法を提案するものである。

課題を解決するための手段

上記課題を解決するために、本発明の半導体装置の製造方法は、ポリシリコン膜上に形成された酸化膜をゲート電極直下以外の酸化膜のエッチング工程で酸化膜を残し、その後イオン注入を行なうものである。

作用

この構成により、注入される不純物はポリシリコン膜上の酸化膜によりある程度エネルギーを損失するため、ポリシリコン膜に達した時にはエネルギーが低減している。すなわち、300K eVよりも更に低エネルギーで注入したことになる。そのため、数百 $\mu$ mの透過膜ポリシリコンの場合でも注入した不純物は、ポリシリコン膜を突き抜け石英基板に到達するのではなく、ポリシリコン膜中にとり込まれ、ポリシリコン中の不純物濃度が高くなる。その結果、ソース・ドレイン領域のコンタクト抵抗が従来よりも著しく低減できる。

実施例

以下、本発明の一実施例について図面を参照しながら説明する。

第1図は、本発明の一実施例に於けるn型半導体装置の製造方法を示すものである。第1図に於いて11は石英基板、12は薄膜トランジスタとなるポリシリコン膜、13はゲート酸化膜、14はゲート電極となるポリシリコン膜、15はn型不純物領域である。以上の様に製造された半導体装置の製造方法に

ついて、以下その製造方法を説明する。

まず初めに、第1図(a)の様に石英基板11上にポリシリコン膜12を厚さ2000ÅにしP CVD法で成長させ、パターニングを行ない薄膜トランジスタの能動領域を形成する。次に、第1図(b)の様にポリシリコン膜12上に無酸化によって厚さ1300Åのゲート酸化膜13を形成し、その上にポリシリコン膜14を厚さ3000Å成長させ、パターニングを行ないゲート電極を形成する。更に、フッ素系のエッチング液により、ゲート酸化膜13をゲート電極直下の間隔を500Å残す様にエッチングをして第1図(c)の様にする。この状態で第1図(d)に示す様に、セルフアラインでP<sup>+</sup>又はB<sup>+</sup>をイオン注入(1 $\times$ 10<sup>17</sup>cm<sup>-2</sup>、300K eV)し、n型領域15を形成する。このn型領域15は、薄膜トランジスタのソース領域及びドレイン領域となる。イオン注入工程終了後以下は、従来から用いられているプロセスに従ってソース電極、ドレイン電極を形成することにより石英基板上に薄膜トランジスタが形成できる。

以上の様にして形成した薄膜トランジスタは、ソース・ドレイン領域上のゲート酸化膜を完全に除去せず、500Å残した状態でイオン注入を行なうことにより第2図に示した様にポリシリコン膜内での不純物濃度が高くなり、ソース・ドレイン領域のコンタクト抵抗を小さくできる。

なお、本実施例ではP<sup>+</sup>又はB<sup>+</sup>のイオン注入によりp型トランジスタとしたが、B<sup>+</sup>注入によるp型トランジスタを用いても良い。

発明の効果

以上の様に、本発明の特徴は薄膜トランジスタの能動領域上に形成したゲート酸化膜を、ゲート電極直下以外の領域でわずかに残してソース・ドレイン領域のイオン注入を行なうことにある。本発明の工程を導入することにより、薄膜トランジスタのソース・ドレイン領域で不純物濃度、言い換えればキャリア濃度が高くなり、ソース・ドレイン各電極を形成した時、コンタクト抵抗が低減できる。

4、図面の簡単な説明

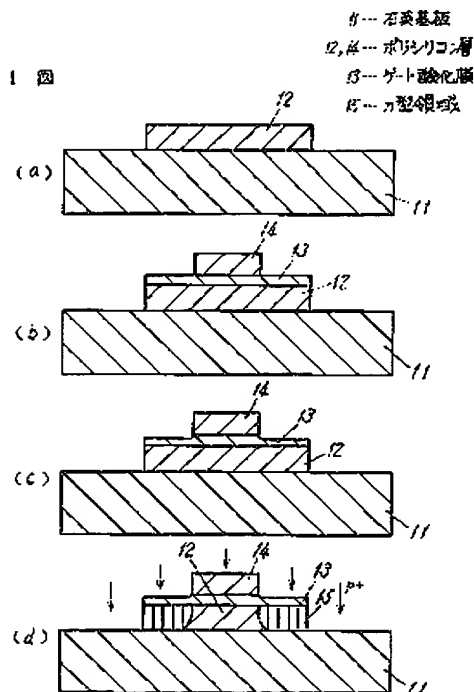
第1図(a)～(d)は本発明の実施例に於ける半導体装置の製造方法を示す工程図、第2図は本発明の半導体装置の製造方法を用いて、ポリシリコン膜にイオ

ン注入した時の深さ方向の不純物濃度分布図、第3図(a)～(d)は従来の半導体装置の製造方法を示す工程図、第4図は従来の半導体装置の製造方法を用いて、ポリシリコン膜にイオン注入した時の深さ方向の不純物濃度分布図である。

11……石英基板、12……ポリシリコン膜、13……ゲート酸化膜、14……ゲート電極用ポリシリコン膜、15……n型領域。

代理人の氏名 弁護士 小畑治 明 ほか2名

第1図





## Japanese Laid-open Patent

Laid-open Number: Hei 3-20046  
Laid-open Date: January 29, 1991  
Application Number: Hei 1-155395  
Filing Date: June 16, 1989  
Applicant: Matsushita Electronics Corporation

## SPECIFICATION

## 1. Title of the Invention

Method of Manufacturing Semiconductor Device

## 2. Scope of Claim

A method of manufacturing a semiconductor device characterized by comprising the steps of:

forming an oxide film on a polysilicon layer to be a transistor;

forming a gate electrode on said oxide film;

etching to thin said oxide film except a portion having said gate electrode; and

forming a source/drain region by implanting ions in said polysilicon layer.

## 3. Detailed Description of the Invention

## Field of the Industrial Application

The present invention relates to a method of manufacturing a semiconductor device which can be used as a driver circuit for a liquid crystal display, or the like.

## Prior Art

A conventional method of manufacturing a thin film transistor is described in the following. Fig. 3 illustrates the conventional manufacturing method. First, as illustrated in Fig. 3(a), polysilicon to be an active region of the transistor is formed on a quartz substrate 31. After patterning, etching is performed to form polysilicon 32. Then, as illustrated in Fig. 3(b), thermal oxidation is performed at the temperature of 1100°C to form a gate oxide film 33. Then, a polysilicon layer to be a gate electrode is formed. After patterning, etching is performed to form polysilicon 34. Then, as illustrated in Fig. 3(c), the gate oxide film except the gate oxide film 33 right under the polysilicon 34 of the gate electrode is etched to be removed. Finally, as illustrated in Fig. 3(d), P<sup>+</sup> ions are implanted in a self-aligning

manner to form an n-type region 35 to be a source/drain region. In the case where a P-type transistor is formed, B<sup>+</sup> is implanted. Fig. 4 illustrates by way of example the distribution of the impurity (B<sup>+</sup>) concentration with respect to the depth in the case where P<sup>+</sup> is implanted.

Problem to be solved by the Invention

However, in the above conventional method of manufacturing a semiconductor, the acceleration voltage in ion implantation can be lowered only to about 30 KeV. Here, the projection range (R<sub>P</sub>) of P<sup>+</sup> and B<sup>+</sup> against silicon is about 0.04  $\mu\text{m}$  to 0.1  $\mu\text{m}$ . Since the thickness of the polysilicon of the thin film transistor is several hundred Å for the purpose of improving the transconductance (gm), most of the implanted P<sup>+</sup> and B<sup>+</sup> ions reach the quartz substrate and do not act as impurity. As a result, there is a disadvantage that the contact resistance of the source/drain region is high.

The present invention is made in view of the above disadvantage, and provides a method of manufacturing a semiconductor device which can lower the contact resistance of a source / drain portion by comprising a step of leaving a gate oxide film at the thickness of several hundred Å on a source/drain of the thin film transistor.

Means for solving the Problem

In order to solve the above problem, in a method of manufacturing a semiconductor device according to the present invention, an oxide film formed on a polysilicon layer is left in an etching step of the oxide film except a portion right under a gate electrode.

Action

In this structure, since the implanted impurity loses its energy to some extent due to the oxide film on the polysilicon, its energy is low when it reaches the polysilicon. In other words, the impurity is implanted with its energy being lower than 30 KeV. Therefore, even in the case of an ultra thin film of polysilicon at the thickness of several hundred Å, the implanted impurity does not go through the polysilicon thin film to reach a quartz substrate. Rather, it is taken within the polysilicon thin film to increase the impurity concentration in the polysilicon. As a result, the contact resistance in the source/drain portion can be considerably lowered compared with a conventional case.

## Embodiment

An embodiment of the present invention is described in the following with reference to the drawings.

Fig. 1 illustrates a method of manufacturing an n-type semiconductor device according to the embodiment of the present invention. In Fig. 1, reference numeral 11 denotes a quartz substrate, 12 denotes a polysilicon layer to be a thin film transistor, 13 denotes a gate oxide film, 14 denotes a polysilicon layer to be a gate electrode, and 15 denotes an n-type impurity region. A method of manufacturing the semiconductor device structured as in the above is described in the following.

First, as illustrated in Fig. 1(a), a polysilicon layer at the thickness of 2000 Å is made to grow on the quartz substrate 11 by LPCVD, and is patterned to form an active region of the thin film transistor. Then, as illustrated in Fig. 1(b), the gate oxide film 13 at the thickness of 1300 Å is formed on the polysilicon layer by thermal oxidation, a polysilicon layer at the thickness of 3000 Å is made to grow right over it, and patterning is performed to form the gate electrode 14. Further, the gate oxide film 13 is etched using an etchant containing fluoric acid such that the gate oxide film 13 is left at the thickness of 500 Å on both sides of the portion right under the gate electrode 14 to obtain the state illustrated in Fig. 1(c). In this state, as illustrated in Fig. 1(d), P<sup>+</sup> or As<sup>+</sup> ions are implanted in a self-aligning manner (1 x 10<sup>15</sup> dose, 30 KeV) to form the n-type region 15. The n-type region 15 is to be a source region and a drain region of the thin film transistor. After the ion implantation process is completed, a source electrode and a drain electrode are formed according to a conventional process to form the thin film transistor on the quartz substrate.

In the thin film transistor formed as described above, since the gate oxide film of the source/drain region is not completely removed and ion implantation is performed with the gate oxide film being left at the thickness of 500 Å, as illustrated in Fig. 2, the impurity concentration is high in the polysilicon layer, and thus, the contact resistance of the source/drain portion can be made lower.

It is to be noted that, though an n-type transistor is formed by ion implantation of P<sup>+</sup> or As<sup>+</sup> in this embodiment, a P-type

transistor may also be used formed by implanting B<sup>+</sup>.

#### Effect of the Invention

As described in the above, the present invention is characterized in that ion implantation in the source/drain portion is performed with the gate oxide film formed on the active region of the thin film transistor being slightly left in regions on both sides of a portion right under the gate electrode. By introducing the process of the present invention, the impurity concentration, in other words, the carrier concentration, in the source/drain region of the thin film transistor is made higher, and the contact resistance can be made lower when the source electrode and the drain electrode are formed.

#### 4. Brief Description of the Drawings

Figs. 1(a)-(d) are process drawings illustrating a method of manufacturing a semiconductor device according to an embodiment of the present invention. Fig. 2 is a diagram illustrating the distribution of the impurity concentration with respect to the depth in a case where ion implantation is performed in a polysilicon layer using the method of manufacturing a semiconductor device according to the present invention. Figs. 3(a)-(d) are process drawings illustrating a conventional method of manufacturing a semiconductor device. Fig. 4 is a diagram illustrating the distribution of the impurity concentration with respect to the depth in a case where ion implantation is performed in a polysilicon layer using the conventional method of manufacturing a semiconductor device.

1 ..... quartz substrate, 2 ..... polysilicon layer, 3 ..... gate oxide film, 4 ..... polysilicon layer for gate electrode, 5 ..... n-type impurity region.

Name of Attorney: Patent Attorney Shigetaka Kurino and one other